

Note technique

Destinataire :	Marie-Ève Lemieux, M. Sc., VEA	Date :	2021-03-25
Distribution :	Marie-Ève Lemieux, Hugues Paris, Éric Delisle, Simon Piché, Jenny Vieira, Jean-Luc Allard		
Auteur :	Éric Delisle, B. Sc. A., Simon Piché, ing., Ph. D.		
N° de projet :	678874	N° de document :	678874-EG-L03-00
Objet :	Projet Laurentia Mesures d'atténuation supplémentaires pour le transport		

Cette note technique présente des mesures d'atténuation supplémentaires pour le transport terrestre et maritime qui seront en place pour la phase exploitation et/ou construction du projet Laurentia et a comme objectif de présenter les effets que les mesures peuvent avoir sur la qualité de l'air dans la zone d'étude.

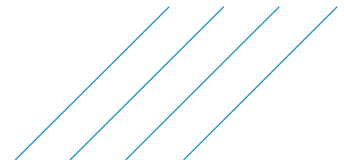
Ces mesures additionnelles comprennent :

- › la mise en place des infrastructures nécessaires pour permettre aux navires à quai de pouvoir se brancher électriquement lors de leur escale;
- › la proportion de plus en plus importante de locomotives avec moteur du groupe 4 pour les convois en exploitation;
- › lors de la construction du terminal, l'exigence auprès des entrepreneurs d'utiliser des équipements lourds du groupe 4 (« Tier 4 »); et
- › l'hybridation des camions interchantier.

1. Exploitation - Effet de l'électrification des navires à quai sur la qualité de l'air et les émissions de GES

Lors des escales au port, les navires porte-conteneurs utilisent leurs génératrices diesels pour subvenir à leurs besoins en électricité. L'électrification des navires à quai consiste à fournir l'énergie électrique aux navires en escale à partir du réseau électrique du port et d'éviter ainsi l'utilisation des génératrices de bord des navires et de réduire ainsi les émissions atmosphériques des navires. Il est difficile de prévoir si les navires qui accosteront au port de Québec auront la technologie pour permettre un branchement électrique¹. Un scénario prudent du taux d'utilisation de 25 % des installations électriques par les navires à quai durant le projet est considéré pour l'évaluation.

¹ L'APQ se maintient informée de nouvelles tendances, technologies et de carburants disponibles pour le secteur maritime afin d'assurer que les meilleures pratiques en lien à la diminution des émissions atmosphériques soient en place.



Pour évaluer les effets sur la qualité de l'air de l'électrification des navires à quai, les résultats des simulations de la dispersion atmosphérique des émissions des sources du projet ont été compilés en excluant les concentrations initiales (état de référence) comme suit :

- A. Contribution des navires à quai au diesel seuls;
- B. Contribution de toutes les sources du projet en exploitation incluant les navires à quai (comme dans l'étude « Modélisation de la dispersion atmosphérique et inventaire annuel des émissions atmosphériques » (ci-après « étude de dispersion »);
- C. Contribution du projet excluant les navires à quai (ou correspondant à 100 % d'électrification des navires à quai);
- D. Contribution du projet en considérant l'électrification de 25 % des navires.

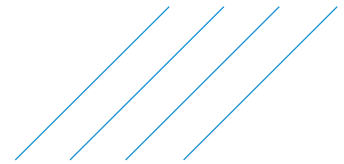
Puisque les simulations visent à déterminer les concentrations maximales liées à l'exploitation du projet, les concentrations maximales prévisibles sur de courtes périodes (24 heures et moins par exemple) demeurent toutefois les mêmes pour tous les scénarios impliquant aucune ou une électrification partielle des navires à quai.

Le tableau 1 présente les concentrations maximales calculées dans l'air ambiant sur l'ensemble du domaine d'application des normes de qualité de l'air ambiant pour les quatre cas définis précédemment pour les contaminants dont les résultats de l'étude de dispersion étaient près des normes et pour lesquels les navires à quai sont des sources significatives. Les concentrations initiales sont exclues de cette analyse.

Selon ces résultats, il appert que les navires à quai ne sont pas des contributeurs importants pour l'acroléine annuelle, l'acétaldéhyde sur une courte période et les matières particulaires totales (PM_{10}) dans l'air ambiant. Toutefois, pour le NO_2 , les $PM_{2.5}$ et le nickel, il appert que les navires à quai sont un contributeur significatif à la contribution du projet aux concentrations de ces contaminants dans l'air ambiant.

Notez que les valeurs présentées au tableau 1 peuvent survenir à des endroits différents et à des moments différents. C'est ce qui explique par exemple que les concentrations maximales horaires pour le NO_2 varient très peu pour les quatre cas présentés : l'impact maximum des navires à quai, en termes de concentration, est similaire à celui des autres sources du projet, mais survient à un moment et/ou à un endroit distinct. Par exemple, la contribution maximale des navires à quai ($153,7 \mu g/m^3$) survient sur le fleuve Saint-Laurent (figure 1A) et le maximum des autres sources du projet ($163,4 \mu g/m^3$) survient à proximité de la voie ferrée dans Limoilou (figure 1C).

La figure 1 présente la concentration maximale horaire de NO_2 calculée dans l'air ambiant pour les trois cas suivants : navires à quai seulement (A), toutes les sources du projet (B) et toutes les sources du projet excluant les navires à quai (C). Pour les navires à quai (figure 1A), la concentration maximale est calculée sur le fleuve et la concentration maximale en secteur résidentiel est calculée à Lévis. Les figures 1B et 1C permettent de visualiser l'impact maximum de l'ensemble du projet en considérant les navires à quai au diesel (0 % électrification, comme dans l'étude de dispersion) et excluant les navires à quai (100 % électrification). L'électrification des navires à quai permettrait de réduire les concentrations maximales horaires attribuables au projet de NO_2 dans l'air ambiant surtout à Lévis et au secteur Maizerets. À Limoilou, la réduction serait moins importante et l'électrification des navires à quai aurait peu d'effet pour le secteur Beauport.

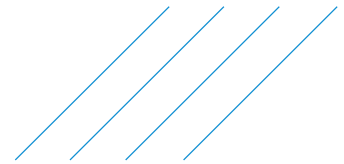


La figure 2 présente les concentrations moyennes annuelles calculées pour le projet en considérant des navires à quai alimentés au diesel (0 % électrification, cas de l'étude de dispersion) et de 25 % d'électrification des navires à quai. Les résultats de la figure 2 et du tableau 1 montrent que les concentrations maximales attribuables au projet ne changent pas significativement et que les concentrations moyennes annuelles en bordure du quai et sur le fleuve seraient un peu plus faibles avec l'électrification des navires à quai.

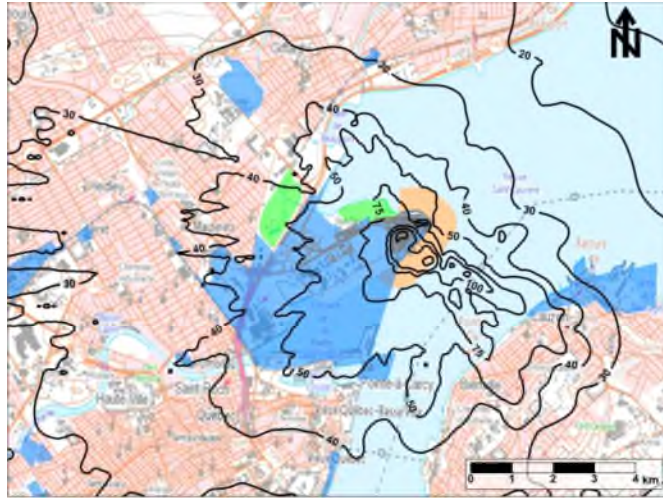
Tableau 1 **Électrification des navires à quai - Concentrations maximales calculées dans l'air ambiant ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), excluant les concentrations initiales**

Contaminant	Période	A Navires à quai seulement (diesel)	Ensemble des sources du projet et électrification des navires à quai		
			B 0 % (étude de dispersion)	C 100 %	D 25 %
NO ₂	1 heure	153,7	165,0	163,4	165,0
	24 heures	36,4	37,6	27,5	37,6
	1 an	3,05	8,19	8,06	8,16
PM _T	24 heures	0,97	24,94	24,75	24,94
PM _{2.5}	24 heures	0,89	2,1	1,9	2,1
Acétaldéhyde	4 minutes (99e centile)	0,20	3,06	2,87	3,06
Acroléine	1 an	0,00015	0,0110	0,0110	0,0110
Nickel	24 heures	0,00093	0,00095	0,000079	0,00095

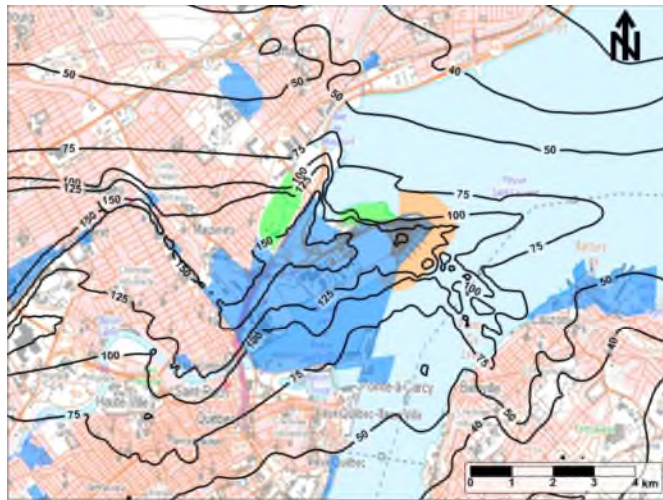
En ce qui trait aux émissions de GES, l'électrification de 25 % des navires à quai apporterait une réduction équivalente à 2 192 t éq. CO₂ annuellement lorsque le terminal sera exploité à pleine capacité (700 000 EVP), ce qui représente près de 11 % du total des émissions de GES calculées pour le projet sans électrification à quai (se référer au chapitre 5 de l'étude de dispersion). Puis, en tenant compte de l'augmentation graduelle du nombre d'EVP transitant par le terminal annuellement, les réductions totales d'émissions de GES, toujours en supposant l'électrification de 25 % des navires à quai, seraient de 19 388 t éq. CO₂ pour les douze (12) premières années d'exploitation de 2025 jusqu'à 2036, soit la première année prévue pour une exploitation à pleine capacité (se référer à la Note technique 678874-EG-L05-00 pour plus de détails sur ce sujet).



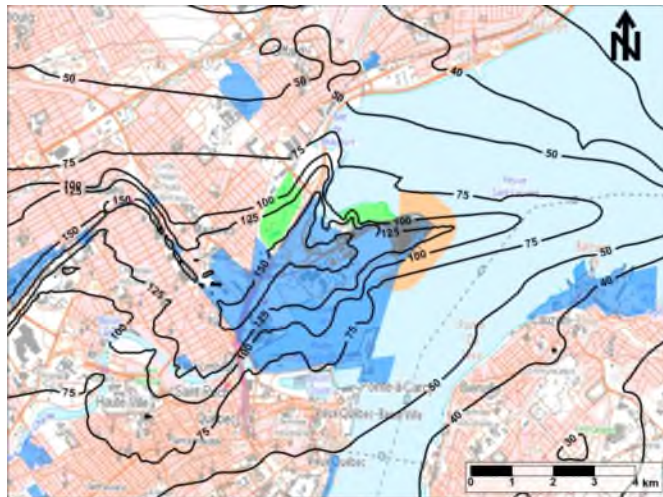
A
Navires à quai seulement
(0 % électrification)



B
Toutes les sources
(0 % électrification)

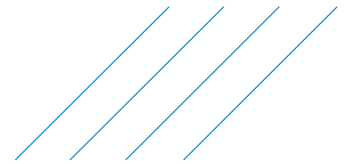


C
Toutes les sources
excluant les navires à quai
(ou 100 % électrification)

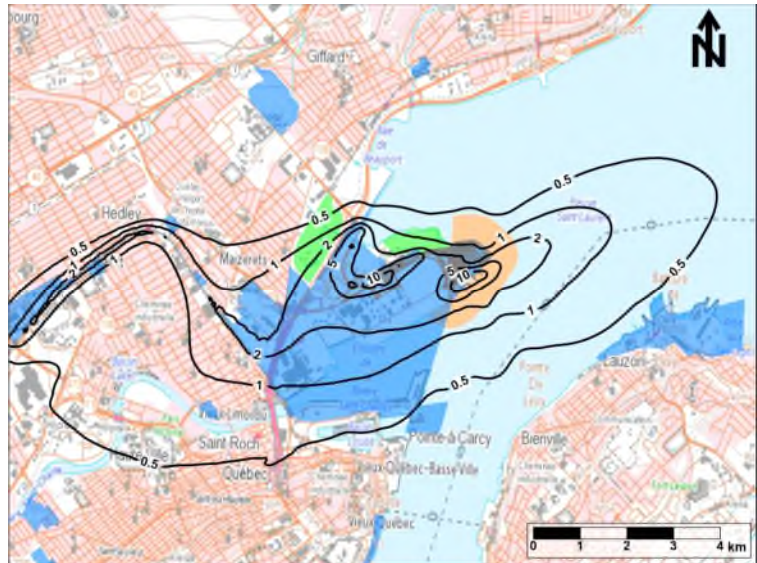


- Zonage industriel
- Zones récréatives à proximité
- Zone tampon d'exclusion de la norme

Figure 1 Concentrations maximales horaires de NO₂ calculées dans l'air ambiant (µg/m³), excluant les concentrations initiales



B
 Toutes les sources
 Électrification des navires
 à quai : 0 %

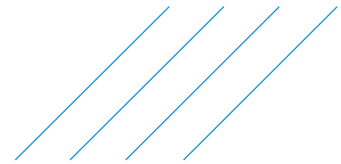


D
 Toutes les sources
 Électrification des navires
 à quai : 25 %



- Zonage industriel
- Zones récréatives à proximité
- Zone tampon d'exclusion de la norme

Figure 2 Concentrations maximales annuelles de NO₂ calculées dans l'air ambiant (µg/m³), excluant les concentrations initiales



2. Exploitation - Flotte des locomotives de convois

L'étude de dispersion pour l'exploitation (SNC-Lavalin, 2020), ci-après « étude de dispersion » considère des émissions typiques moyennes de la flotte canadienne de locomotives de convois ferroviaires de marchandises de 2017. Or, en vertu de la réglementation fédérale sur les émissions atmosphériques des nouvelles locomotives, les taux d'émission de contaminants des locomotives sont appelés à diminuer considérablement dans le futur avec le remplacement graduel des locomotives plus anciennes et plus polluantes par de nouvelles locomotives plus performantes respectant la norme d'émission pour les moteurs du groupe 4 (« Tier 4 »). Cette tendance est déjà amorcée et environ 35 % des locomotives du CN transitant à Limoilou sont du groupe 4.²

Les résultats de l'étude de dispersion montrent que les locomotives des convois sont un contributeur important aux concentrations sur 4 minutes d'acétaldéhyde (critère du MELCC) et aux concentrations horaires de NO₂ relativement à la NCQAA.

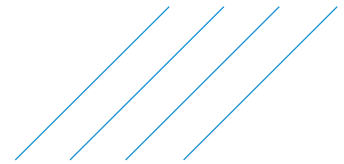
De nouvelles simulations de la dispersion atmosphérique pour ces périodes et contaminants ont été réalisées en considérant que toutes les locomotives des convois seraient du groupe 4. Dans ce scénario, les taux d'émissions d'acétaldéhyde et de NO_x sont réduits de 65 % et 75 % respectivement par rapport aux taux d'émissions originaux de l'étude de dispersion qui utilisait des facteurs d'émissions plus représentatifs de moteurs du groupe 3.

Le tableau 2 présente les concentrations maximales calculées dans l'air ambiant sur l'ensemble du domaine d'application des normes de qualité de l'air ambiant pour le scénario de l'étude de dispersion et le nouveau scénario. Les concentrations initiales sont exclues de cette analyse afin de mettre en évidence les différences entre ces deux scénarios. Pour les maximums sur l'ensemble du domaine de modélisation, l'effet de considérer uniquement des locomotives du groupe 4 est modeste ou nul pour le NO₂ et la réduction pour l'acétaldéhyde est plus importante.

Tableau 2 Locomotives des convois du groupe 4 - Concentrations maximales calculées dans l'air ambiant (µg/m³), excluant les concentrations initiales

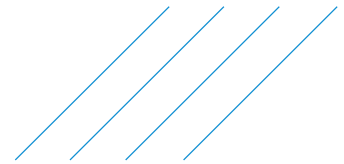
Contaminant	Période	Toutes les sources		Normes (µg/m ³)
		Scénario original (étude de dispersion)	Scénario original avec locomotives des convois du groupe 4	
NO ₂	1 heure (maximum)	165	155	414 (RAA)
	1 heure (NCQAA)	92	92	113 (NCQAA 2020) 79 (NCQAA 2025)
	24 heures	38	38	207 (RAA)
	1 an	8,2	7,6	103 (RAA) 32 (NCQAA 2020) 23 (NCQAA 2025)
Acétaldéhyde	4 minutes (99 ^e centile annuel)	3,10	1,85	3 (critère MELCC)

² Information provenant d'une vérification réalisée par le CN à la demande de l'APQ.

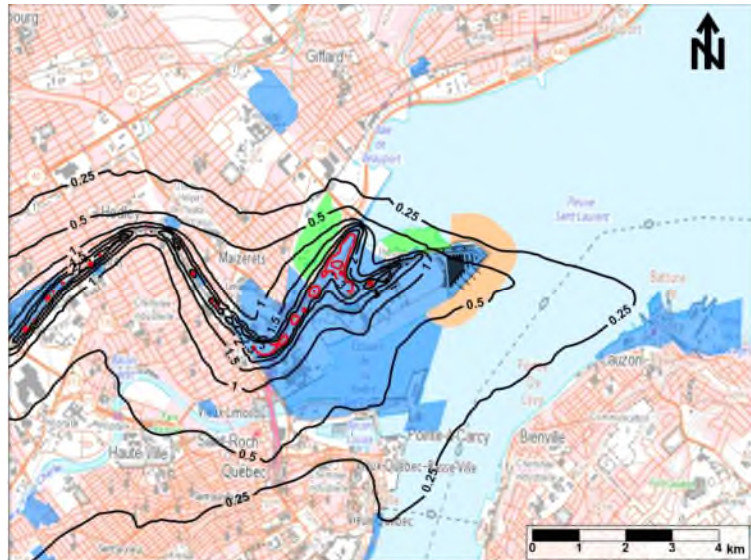


Pour l'acétaldéhyde, les résultats sur 4 minutes correspondant au critère du MELCC (99^e centile annuel) sont présentés à la figure 3. Pour le scénario original, la concentration maximale calculée de 3,1 µg/m³ dépassait quelque peu la valeur du critère du MELCC (3 µg/m³) à proximité du site du projet et des concentrations relativement élevées le long de la voie ferrée traversant Limoilou (figure 3A). Pour le scénario avec locomotives des convois du groupe 4, la concentration maximale calculée est inférieure au critère du MELCC et les concentrations calculées diminuent de façon importante, surtout en suivant le parcours des convois ferroviaires à Limoilou (figure 3B).

Pour le NO₂, les résultats du tableau 2 ne montrent pas beaucoup de changement parce que les locomotives des convois ne sont pas des contributeurs importants au récepteur où est calculée la concentration maximale sur l'ensemble du domaine de modélisation, mais peut l'être à un autre récepteur. Pour le NO₂, l'enjeu principal identifié dans l'étude de dispersion est en relation avec la NCQAA pour 2025 pour le NO₂ horaire, pour lequel les conditions d'avant-projet (concentrations initiales) dépassent la NCQAA 2025. La figure 4 présente les contributions maximales du projet pour les deux scénarios de locomotives des convois. La principale différence entre les résultats des deux scénarios se trouve dans Limoilou dans le voisinage immédiat du parcours des convois ferroviaires. Pour Beauport, Lévis, Saint-Roch et la Haute-Ville, les résultats sont presque identiques pour les deux scénarios.



A
Toutes les sources
Scénario original de l'étude de dispersion

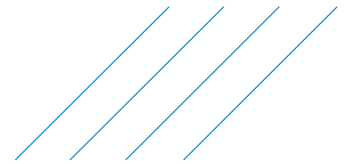


B
Toutes les sources
Locomotive des convois du
groupe 4

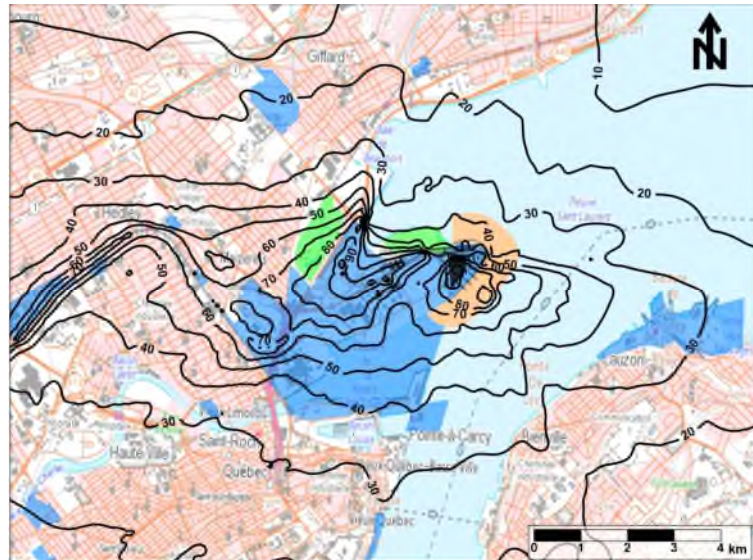


- Zonage industriel
- Zones récréatives à proximité
- Zone tampon d'exclusion de la norme

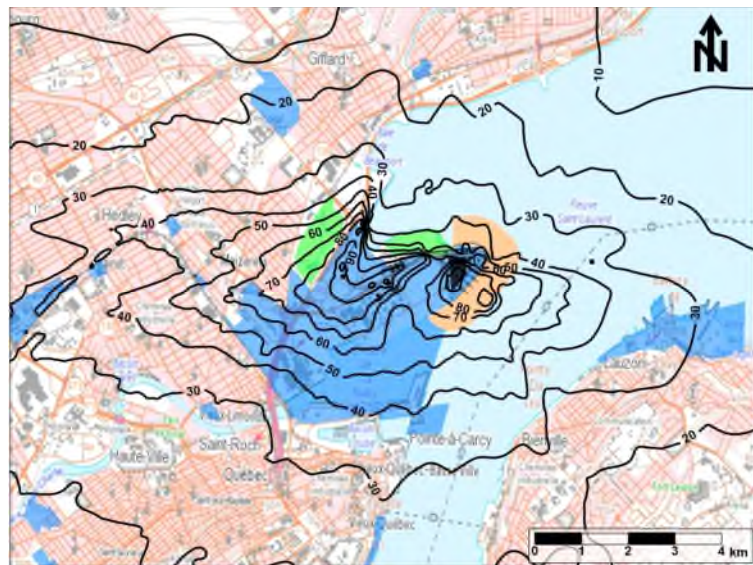
Figure 3 99^e centiles de la contribution du projet aux concentrations d'acétaldéhyde sur 4 minutes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) calculées dans l'air ambiant pour de la phase d'exploitation, excluant les concentrations initiales



A
Toutes les sources
Scénario original de l'étude de dispersion

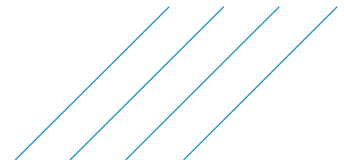


B
Toutes les sources
Locomotive des convois du groupe 4



- Zonage industriel
- Zones récréatives à proximité
- Zone tampon d'exclusion de la norme

Figure 4 Concentrations horaires ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de NO_2 calculées dans l'air ambiant lors de la phase d'exploitation pour comparaison avec la NCQAA, excluant les concentrations initiales



Selon les prévisions actuelles du CN, le pourcentage de locomotives de ligne certifiées du groupe 4 qui transiteront par le terminal n'est pas appelé à changer de façon importante, lors des prochaines années. Selon l'Association des chemins de fer du Canada (ACFC)³, le secteur ferroviaire a réduit l'intensité de ses émissions de GES et des principaux contaminants atmosphériques au cours du protocole d'entente de cibles de réduction entre l'ACFC et Transports Canada entre 2011 et 2017 et une nouvelle entente a été ratifiée pour 2018-2022. Pendant cette période, le CN a mis de l'avant des initiatives de réduction des émissions et il continue d'y investir.³

3. Construction - Mesures d'atténuation additionnelles

Outre les mesures prévues pour rendre le chantier carboneutre durant la construction, l'APQ compte mettre en place des mesures d'atténuation additionnelles afin de diminuer davantage les impacts potentiels sur la qualité de l'air. Ces mesures comprennent l'exigence auprès des entrepreneurs d'utiliser des équipements lourds du groupe 4 en grande partie ainsi que l'option d'hybridation des camions interchantiers. Par exemple, l'APQ étudie en ce moment une technologie offerte par la firme Effenco Development inc. qui s'installe sur ces camions les rendant électriques lorsqu'en marche au ralenti et lors de manœuvres en arrêt (cylindre de la bétonneuse, système levage, benne d'un camion). Ce système a l'avantage d'être modulable pouvant s'installer sur une panoplie de camions spécialisés déjà existants. Ainsi, lors de ces activités, le moteur diesel étant éteint, aucune émission de contaminants n'est émise. Cette technologie représente donc un avantage pour des camions plus âgés qui sont moins performants au niveau environnemental. Elle peut aussi rendre le camion 100 % électrique dans l'éventualité où celui-ci est exploité en circuit fermé (avec l'option de recharge entre les différentes activités). Cette technologie est une option intéressante pour l'APQ, particulièrement au niveau des camions interchantiers du projet de construction, étant donné que le temps d'attente et de marche au ralenti de ces camions pourrait être significatif.

Le tableau 3 ci-dessous compile les résultats de l'étude de dispersion pour la phase de construction du projet Laurentia pour lesquels des dépassements potentiels de normes de qualité de l'atmosphère ont été calculés dans le domaine de modélisation parmi les contaminants et périodes d'exposition étudiés (concentration totale (A+B) > 100 % de la norme applicable). Ceci inclut les odeurs dont la contribution du projet par rapport aux critères applicables est importante.

³ Association des chemins de fer du Canada, Rapport sur la surveillance des émissions des locomotives 2017, janvier 2020.

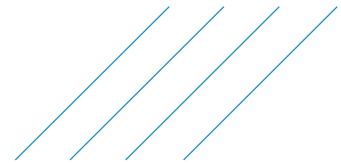
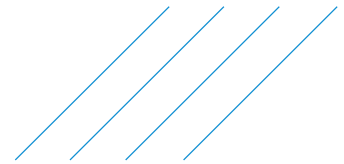


Tableau 3 Sommaire des concentrations maximales des contaminants calculés dans l'air ambiant lors de la construction du terminal à l'année 2 (extrait des tableaux 3.21, 3.22 et 3.23 de l'étude de dispersion)

Contaminant	Période d'exposition	Contribution maximale du terminal (A) ⁽¹⁾		Concentration initiale (B) ⁽²⁾		Concentration totale (C = A + B) ⁽³⁾		Norme / critère
		µg/m ³	% norme	µg/m ³	% norme	µg/m ³	% norme	µg/m ³
Dioxyde d'azote (NO ₂)	1 heure	523	126 %	107	26 %	630	152 %	414 ⁽⁴⁾
		204	258 %	98 ⁽⁵⁾	104 %	230	291 %	79 ⁽⁵⁾
	24 heures	227	110 %	65 ⁽⁸⁾	31 %	292 ⁽⁸⁾	141 %	207 ⁽⁴⁾
	Annuelle	9,0	39 %	16	70 %	25	109 %	23 ⁽⁶⁾
Particules totales (PM _T) ⁽⁹⁾	24 heures	184	153 %	104	87 %	288	240 %	120 ⁽⁴⁾
Particules fines (PM ₁₀) ⁽⁹⁾	24 heures	19	31 %	48	80 %	67	111 %	60 ⁽⁷⁾
Particules Fines (PM _{2.5}) ⁽⁹⁾	24 heures	27	90 %	20	67 %	47	157 %	30 ⁽⁴⁾
		7,7	28 %	25	93 %	33	121 %	27 ⁽⁷⁾
	Annuelle	0,56	6,3 %	9,7	110 %	10	117 %	8,8 ⁽⁶⁾
Formaldéhyde	15 minutes	85	228 %	3	8,1 %	88	237 %	37 ⁽⁴⁾
Nickel (PM ₁₀)	24 heures	0,0054	39 %	0,079	564 %	0,0844	603 %	0,014 ⁽⁴⁾
Odeurs	4 minutes (99,5 ^e centile)	4,3	86 %	s. o.	s. o.	4,3	86 %	5 u.o./m ³ ⁽¹⁰⁾
	4 minutes (98 ^e centile)	0,80	80 %	s. o.	s. o.	0,80	80 %	1 u.o./m ³ ⁽¹⁰⁾

- (1) Concentrations maximales calculées à l'extérieur de la zone industrielle, à l'extérieur de la zone tampon de 300 m au-delà du terminal sur le fleuve et à l'intérieur de la zone récréative de la Baie de Beauport sur la période de modélisation (2008 – 2012).
- (2) Concentrations initiales telles qu'établies à la section 2.6 de l'étude de dispersion.
- (3) Concentrations totales : sommation des concentrations maximales pour le terminal et des concentrations initiales.
- (4) Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA).
- (5) NCQAA : moyenne triennale du 98^e centile annuel des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur une heure. Les simulations ont été effectuées en considérant les concentrations ambiantes horaires de NO₂ et d'ozone à la station Vieux-Limoilou de 2008 à 2012. La somme de la contribution maximale du terminal et de la concentration initiale (A + B) est inférieure à la concentration totale présentée (C) dans le tableau compte tenu de l'utilisation d'une concentration initiale variable sur une base horaire.
- (6) NCQAA : moyenne triennale des moyennes annuelles.
- (7) NCQAA : moyenne triennale du 98^e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures.
- (8) Une erreur s'est glissée dans l'étude de dispersion par rapport à la concentration initiale de NO₂ sur base journalière. Une valeur de 65 µg/m³ aurait dû être prise au lieu de 75 µg/m³ mentionnée dans l'étude de dispersion.
- (9) Résultats pour le **Cas B** de l'étude de dispersion, incluant les mesures d'atténuation permettant de réduire de 80 % les émissions des routes non pavées du site et d'environ 70 % des émissions pour le chargement, déchargement et manutention du remblai.
- (10) Critère de qualité de l'atmosphère du MELCC.



À l'exception des poussières fugitives, la contribution du projet sur la qualité de l'air environnant découle des locomotives de transport des remblais vers le chantier, des quelques véhicules marins (drague, remorqueurs), de l'usine de béton, des camions routiers, mais principalement de l'ensemble de la machinerie lourde (bouteurs, pelles, grues, chargeuses sur roues, paveuses, etc.) incluant les camions interchantiers requis pour la construction du terminal. Des équipements mobiles disposant de moteurs certifiés du groupe 3 (*Tier 3*) ont été considérés dans l'étude de dispersion comme hypothèse prudente étant donné qu'il était impossible au moment de préparer l'étude de confirmer l'utilisation d'une flotte certifiée du groupe 4 (*Tier 4*) en totalité ou de spécifier quels engins seraient du groupe 4. L'APQ avait alors précisé qu'il ferait un suivi auprès des prestataires de services pour qu'ils utilisent des engins certifiés du groupe 3 ou mieux.

Sachant que les normes d'émission des engins du groupe 4 sont amplement plus faibles que les normes d'émission des engins du groupe 3 (de l'ordre de 10 à 20 fois plus faibles), il y aurait un intérêt possible d'exiger auprès des prestataires de services une machinerie lourde du groupe 4 (du moins en grande partie) afin de minimiser l'impact des émissions de moteurs sur la qualité de l'air ambiant lors de la phase de construction.

Les moteurs des camions interchantiers sont également des sources d'émission dont l'étendue mérite d'être évaluée. Dans l'étude de dispersion, les taux d'émission ont été obtenus à partir du modèle MOVES 2014b de l'US EPA pour des camions 12-roues et semi-remorques construits en 2010 (comme hypothèse prudente) roulant à faible vitesse sur de courts trajets. Des camions plus récents et plus performants au niveau environnemental ou avec des groupes motopropulseurs hybrides ou bien électriques pourraient potentiellement atténuer l'impact du projet de construction sur la qualité de l'air ambiant. Pour vérifier ceci, trois scénarios d'émission ont été développés et les résultats comparés aux résultats de l'étude de dispersion (**scénario de base**) considérant une machinerie lourde exclusivement du groupe 3 et des camions interchantiers construits en 2010.

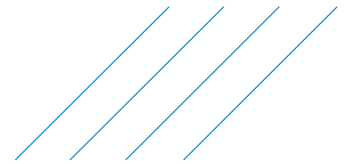
- › **Scénario (A)** considérant la moitié de la machinerie lourde avec des moteurs du groupe 3 et l'autre moitié avec des moteurs du groupe 4. Comme hypothèse, les taux d'émission ont été calculés en utilisant la moyenne des taux d'émission pour un moteur du groupe 3 et un moteur du groupe 4.
- › **Scénario (B)** considérant la totalité de la machinerie lourde avec des moteurs du groupe 4.
- › **Scénario (C)** considérant la totalité de la machinerie lourde avec des moteurs du groupe 4 et des camions interchantiers équipés de groupes motopropulseurs électriques et pour lesquels les émissions sont nulles. Ce dernier représente une situation hypothétique permettant de vérifier l'impact de l'électrification des camions sur les résultats de qualité de l'air du projet de construction.

Dans le cadre de la présente évaluation, aucune modification n'a été apportée aux autres sources d'émission (locomotives, engins maritimes, poussières fugitives) par rapport aux énoncés de l'étude de dispersion.

Le tableau 4 présente les résultats de cette évaluation en listant la contribution maximale du projet dans le domaine de modélisation pour les contaminants du tableau 3 selon les différents scénarios définis ci-dessus. Les observations suivantes peuvent en être extraites.

Machinerie lourde avec moteurs du groupe 4

NO₂ sur courte durée (1 heure) : L'utilisation d'une machinerie lourde exclusivement du groupe 3 (**scénario de base**) comparativement à une machinerie lourde exclusivement du groupe 4 (**scénario (B)** avec **scénario (A)** comme intermédiaire) a un impact important sur les concentrations horaires maximales de NO₂. Des dépassements potentiels de la norme applicable sont toujours constatés malgré la réduction de la contribution du projet de l'ordre de 40 % (de 523 µg/m³ à 324 µg/m³). Toutefois, contrairement au **scénario de base** pour lequel des dépassements potentiels ont été observés dans la zone



récréotouristique de la Baie de Beauport, la zone de dépassement pour le **scénario (B)** se limite exclusivement à une infime portion du fleuve (Figure 5).

NO₂ sur base journalière et annuelle : Une machinerie lourde du groupe 4 n'aurait pas ou peu d'impact sur la contribution maximale du projet pour le NO₂ sur base journalière et annuelle étant donné que le récepteur pour ce maximum se situe au sud-est du chantier de construction sur le fleuve près d'où la drague sera exploitée (source importante de NO₂). Le **scénario (B)** permet tout de même de réduire les concentrations maximales sur le côté terrestre du chantier ce qui permet d'éliminer tout dépassement de norme dans la zone récréotouristique de la Baie de Beauport comparativement au **scénario de base** pour lequel un léger dépassement dans cette zone est observé (Figure 6). Pour la norme annuelle, aucun dépassement, outre ceux notés sur le fleuve, n'est constaté autant pour le **scénario de base** que le **scénario (B)**.

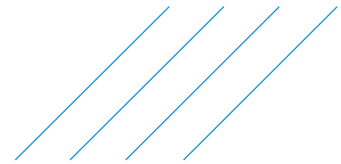
Particules totales (PM_T), particules fines (PM₁₀) et nickel : L'utilisation d'une machinerie lourde du groupe 4 aura très peu d'impact sur les concentrations maximales de PM_T, nickel et dans une moindre mesure de PM₁₀, eux qui proviennent plutôt d'émissions fugitives de routes et/ou de manutentions des remblais et des sédiments.

Particules fines (PM_{2.5}) sur base journalière : Des moteurs plus performants au niveau environnemental (**scénario B**) auraient un impact positif sur les concentrations de PM_{2.5} associées au projet de construction en réduisant la contribution maximale du projet de l'ordre de 35–45 % par rapport au **scénario de base**. Cela dit, avec des concentrations initiales de PM_{2.5} déjà très élevées par rapport aux normes applicables, des dépassements potentiels sont encore calculés même avec l'utilisation d'une flotte du groupe 4 (Figure 7). Les dépassements des normes du RAA et du NCQAA sont toutefois limités au fleuve et une petite partie de la zone récréotouristique de la Baie de Beauport. Aucun dépassement n'est constaté pour les zones résidentielles.

Particules fines (PM_{2.5}) sur base annuelle : Similairement aux PM_{2.5} sur base journalière, la contribution moyenne annuelle du projet serait un peu plus faible pour le **scénario (B)** comparativement au **scénario de base**. Toutefois, les dépassements de norme demeureraient étant donné que la concentration initiale dépasse déjà la NCQAA applicable. La contribution du projet représente au plus 5 % de la concentration totale, ce seront plutôt les mesures et initiatives gouvernementales (électrification transports, exigences auprès des industries, initiatives pour la réduction des émissions de GES, etc.) en lien aux objectifs de réduction des émissions de contaminants qui feront en sorte de diminuer l'état de référence de l'air ambiant dans la zone d'étude.

Formaldéhyde sur courte durée (15 minutes) : L'utilisation d'une machinerie lourde exclusivement du groupe 3 (**scénario de base**) comparativement à l'utilisation d'une machinerie lourde exclusivement du groupe 4 (**scénario (B)** avec **scénario (A)** comme intermédiaire) a un impact significatif sur les concentrations maximales de formaldéhyde sur 15 minutes. Ceci permettrait d'éliminer tout dépassement potentiel de la norme dans le domaine de modélisation (incluant la zone récréotouristique de la Baie de Beauport) constaté pour le **scénario de base** dont la zone de dépassement demeure, faut-il le rappeler, à l'extérieur de toute zone résidentielle (Figure 8).

Odeurs sur courte durée (4 minutes) : Tout comme pour les PM_T, la machinerie lourde n'est pas la source principale des odeurs calculées dans l'étude de dispersion. Elles proviennent en plus grandes quantités des locomotives et véhicules marins. Ce faisant, une machinerie lourde du groupe 4 a très peu d'impact sur les résultats de modélisation pour les odeurs.



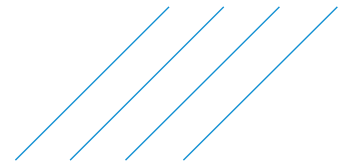
Camions interchantiers

Les émissions des pots d'échappement des camions interchantiers ont quasiment aucun impact au niveau de la contribution maximale du projet sur les concentrations en air ambiant comme le témoigne les résultats du tableau 4 (**scénario (B)** pour des camions fonctionnant au diesel et construits en 2010 vs **scénario (C)** pour des camions entièrement électriques, toute autre source d'émission demeurant égale).

Tableau 4 Concentrations maximales calculées dans le domaine de modélisation lors de la phase de construction du terminal à l'année 2 selon le scénario d'émission pour la machinerie lourde et les camions interchantiers

Contaminant	Norme (période d'exposition)	Contribution du projet seulement ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁽¹⁾				% norme ou critère (en incluant la concentration initiale) ⁽²⁾			
		Base ⁽³⁾	(A) ⁽⁴⁾	(B) ⁽⁴⁾	(C) ⁽⁴⁾	Base ⁽³⁾	(A) ⁽⁴⁾	(B) ⁽⁴⁾	(C) ⁽⁴⁾
Dioxyde d'azote (NO ₂)	RAA (1 h)	523	422	324	324	152 %	128 %	104 %	104 %
	NCQAA (1h)	204	s. o.	201	s. o.	291 %	s. o.	285 %	s. o.
	RAA (24 h)	227	227	226	226	141 %	141 %	140 %	140 %
	NCQAA (An)	9,0	8,3	7,6	7,6	109 %	106 %	103 %	102 %
Particules totales (PM _T)	RAA (24 h)	184	183	182	181	240 %	239 %	238 %	238 %
Particules fines (PM ₁₀)	NCQAA (24 h)	19	18	16	16	111 %	109 %	107 %	107 %
Particules fines (PM _{2.5})	RAA (24 h)	27	21	16	16	157 %	137 %	119 %	119 %
	NCQAA (24 h)	7,7	5,6	4,0	4,0	121 %	113 %	107 %	107 %
	NCQAA (An)	0,56	0,45	0,37	0,37	117 %	115 %	114 %	114 %
Formaldéhyde	RAA (15 min)	85	46	15	15	237 %	133 %	47 %	47%
Nickel (PM ₁₀)	RAA (24 h)	0,0054				603 %			
Odeurs	MELCC (4 min) (99,5 ^e centile)	4,3	4,3	4,3	4,3	86 %	86 %	86 %	86%
	MELCC (4 min) (98 ^e centile)	0,80	0,76	0,73	0,72	80 %	76 %	73 %	72%

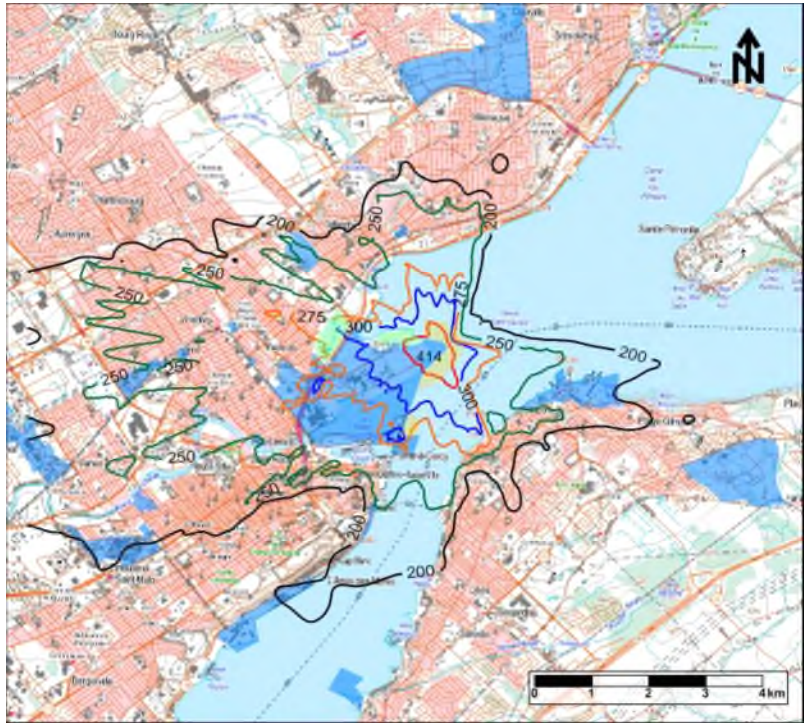
- (1) Concentrations maximales calculées à l'extérieur de la zone industrielle, à l'extérieur de la zone tampon de 300 m au-delà du terminal sur le fleuve et à l'intérieur de la zone récréative de la Baie de Beauport sur la période de modélisation (2008 – 2012).
- (2) Égal à [la contribution du projet + la concentration initiale (tableau 3)] / la valeur limite de la norme ou du critère (tableau 3).
- (3) Résultats de l'étude de dispersion pour une machinerie lourde avec moteurs exclusivement du groupe 3 et des camions interchantiers construits en 2010.
- (4) Reprise du scénario d'émission de l'étude de dispersion, à l'exception des modifications en lien à la machinerie lourde et/ou les camions interchantiers définies pour les scénarios (A), (B) et (C) en début de section.



Dioxyde d'azote (NO₂)
Période d'exposition : 1 heure
pour la norme du RAA

Scénario de base
(toutes les sources et la
machinerie lourde avec
moteurs du groupe 3)

Dépassement potentiel de la norme du RAA limité à une partie du fleuve au-delà de la zone tampon et une partie de la zone récréotouristique de la Baie de Beauport

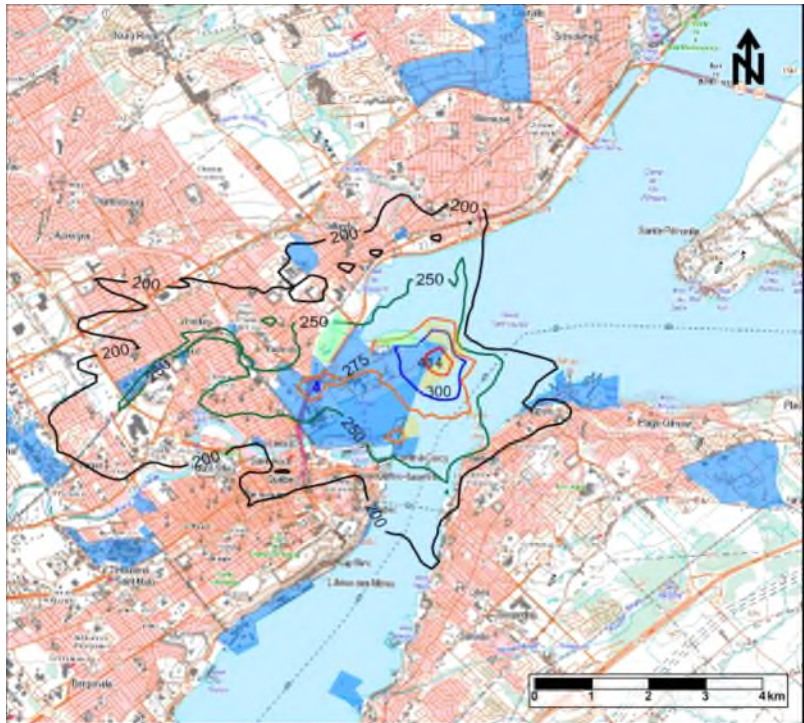


Équivalent à la carte 3.3 de l'étude de dispersion.

Dioxyde d'azote (NO₂)
Période d'exposition : 1 heure
pour la norme du RAA

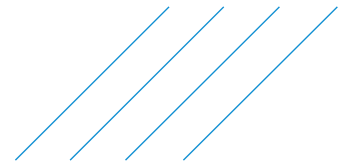
Scénario B
(toutes les sources et la
machinerie lourde avec
moteurs du groupe 4)

Dépassement potentiel de la norme du RAA (très léger) à la limite de la zone tampon de 300 m sur le fleuve



- Zonage industriel
- Zones récréatives à proximité
- Zone tampon d'exclusion de la norme
- Isoplèthe du niveau de la norme
- Autres isoplèthes (multicolores) pour des concentrations inférieures

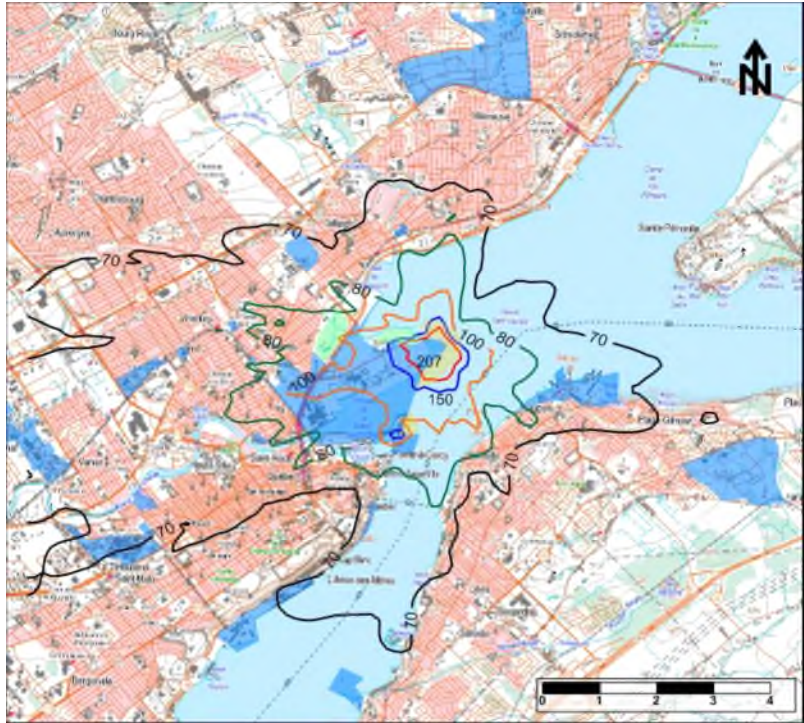
Figure 5 Concentrations maximales horaires de NO₂ calculées dans l'air ambiant (µg/m³), incluant la concentration initiale de 107 µg/m³



Dioxyde d'azote (NO₂)
Période d'exposition : 24 heures

Scénario de base
(toutes les sources et la
machinerie lourde avec
moteurs du groupe 3)

Dépassement potentiel de la norme du RAA limité à une partie du fleuve et une petite partie de la zone récréotouristique de la Baie de Beauport

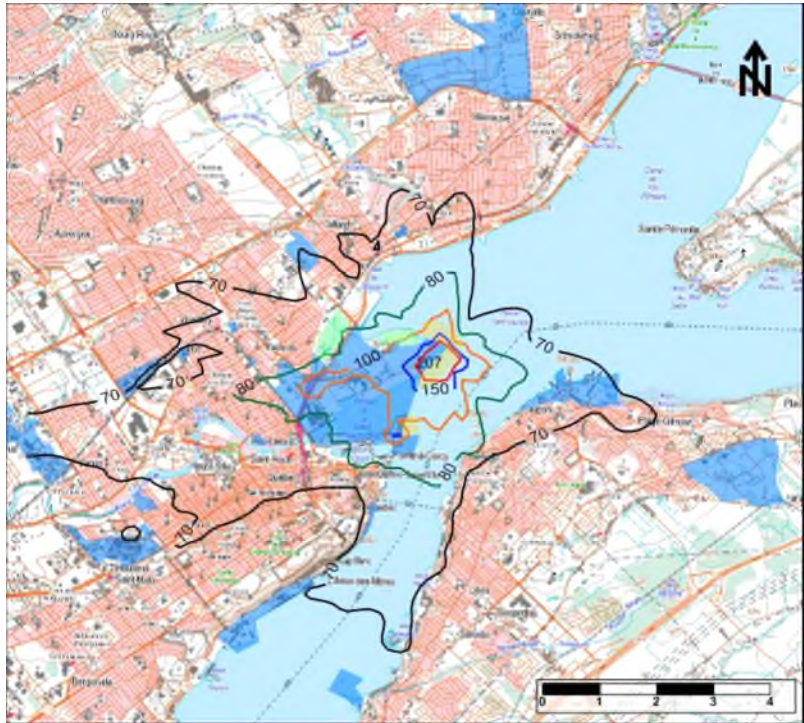


Équivalent à la carte 3.3 de l'étude de dispersion.

Dioxyde d'azote (NO₂)
Période d'exposition : 24 heures

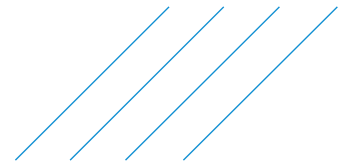
Scénario B
(toutes les sources et la
machinerie lourde avec
moteurs du groupe 4)

Dépassement potentiel de la norme du RAA (très léger) à la limite de la zone tampon de 300 m sur le fleuve seulement



- Zonage industriel
- Zones récréatives à proximité
- Zone tampon d'exclusion de la norme
- Isoplèthe du niveau de la norme
- Autres isoplèthes (multicolores) pour des concentrations inférieures

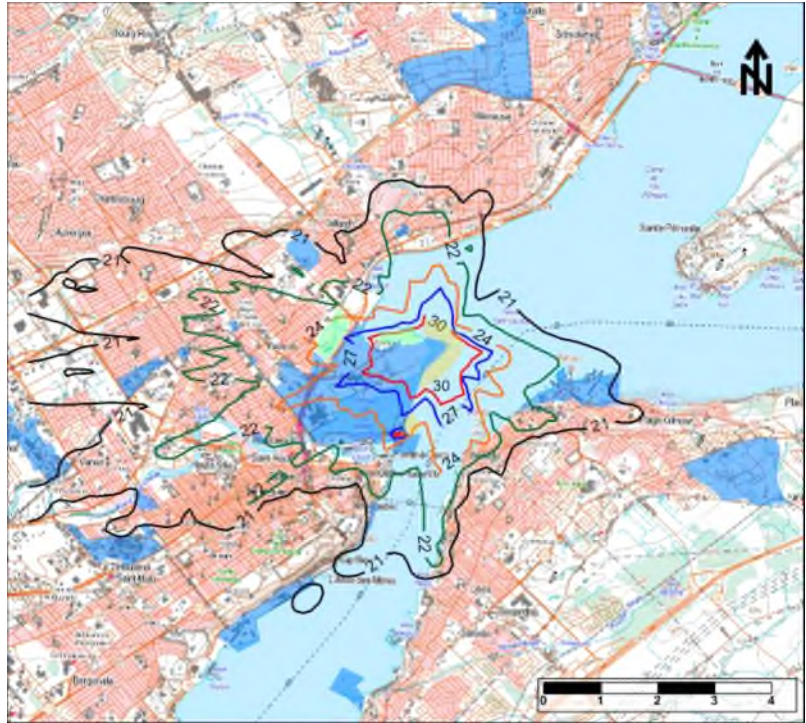
Figure 6 Concentrations maximales journalières de NO₂ calculées dans l'air ambiant (µg/m³), incluant la concentration initiale de 65 µg/m³



Particules fines (PM_{2.5})
Période d'exposition : 24 heures
pour la norme du RAA

Scénario de base
(toutes les sources et la
machinerie lourde avec moteurs
du groupe 3)

Dépassement potentiel de la norme du RAA s'étendant sur une partie du fleuve au-delà de la zone tampon et la majorité de la zone récréotouristique de la Baie de Beauport

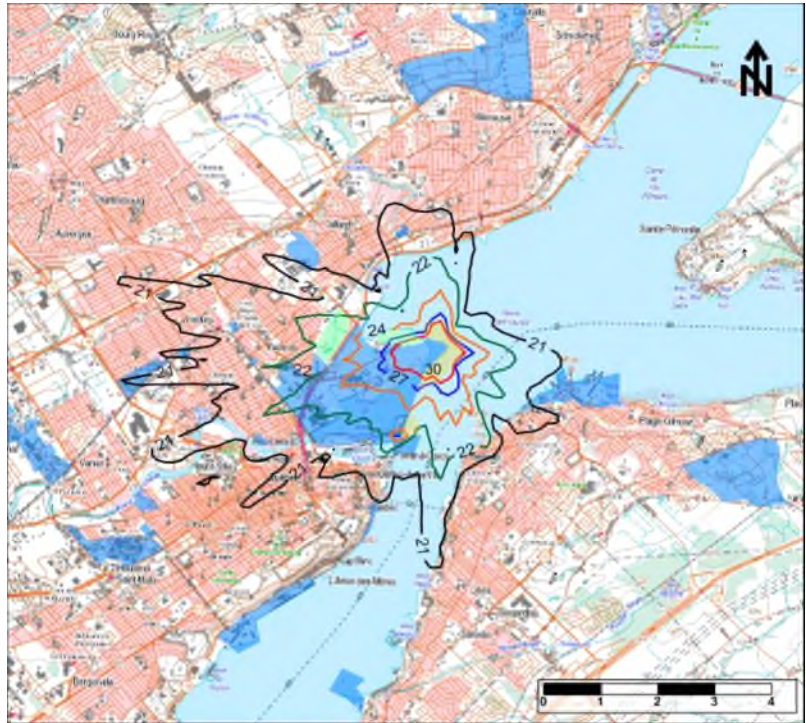


Équivalent à la carte 3.12 de l'étude de dispersion.

Particules fines (PM_{2.5})
Période d'exposition : 24 heures
pour la norme du RAA

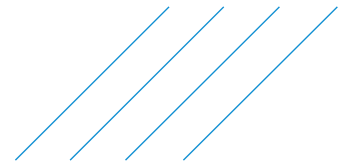
Scénario B
(toutes les sources et la
machinerie lourde avec moteurs
du groupe 4)

Dépassement potentiel de la norme du RAA limité à la périphérie de la zone tampon sur le fleuve et une petite partie de la zone récréotouristique de la Baie de Beauport



- Zonage industriel
- Zones récréatives à proximité
- Zone tampon d'exclusion de la norme
- Isoplèthe du niveau de la norme
- Autres isoplèthes (multicolores) pour des concentrations inférieures

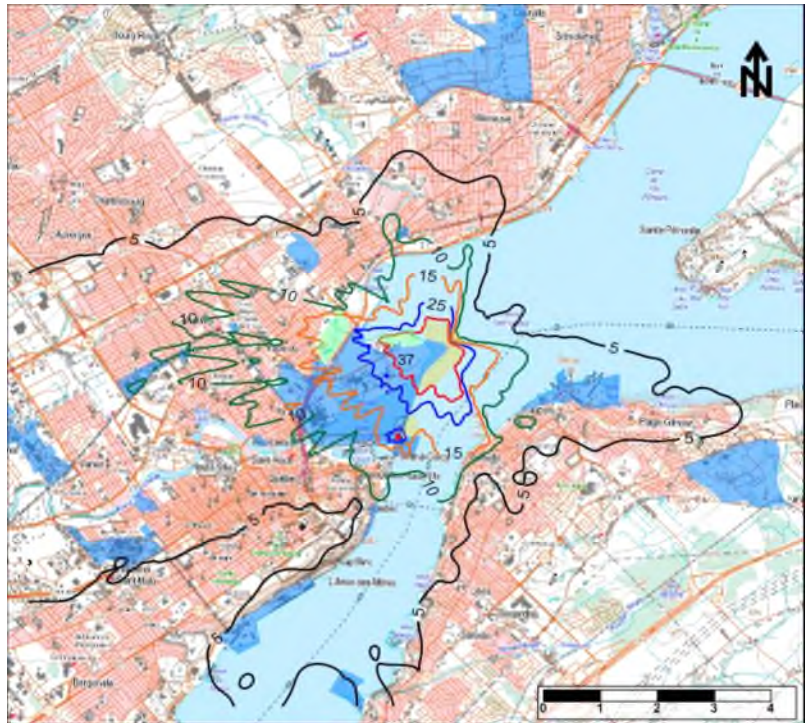
Figure 7 Concentrations maximales journalières de PM_{2.5} calculées dans l'air ambiant (µg/m³), incluant la concentration initiale de 20 µg/m³



Formaldéhyde
Période d'exposition : 15 min

Scénario de base
(toutes les sources et la
machinerie lourde avec moteurs
du groupe 3)

Dépassement potentiel de la norme du RAA limité à une partie du fleuve au-delà de la zone tampon et une partie de la zone récréotouristique de la Baie de Beauport

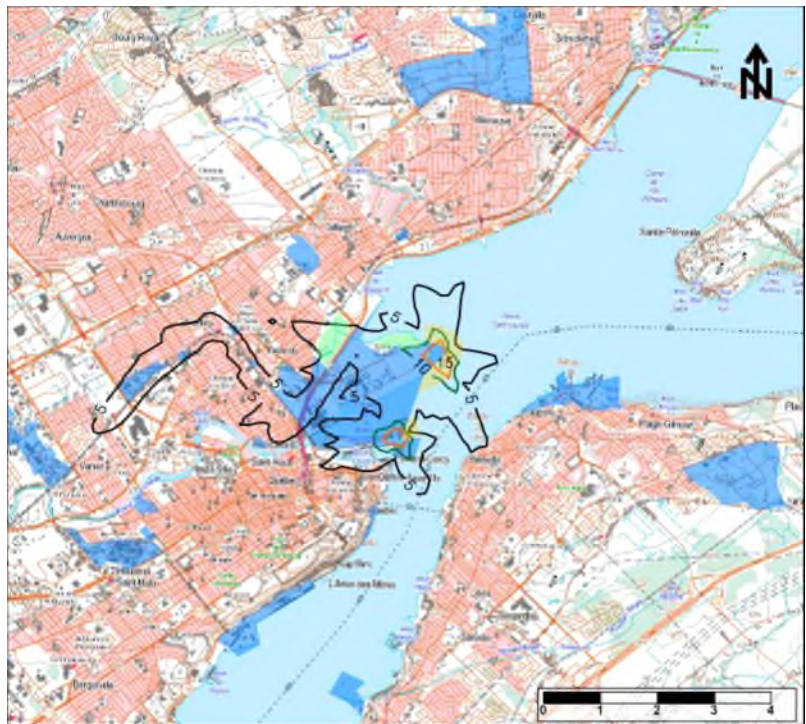


Équivalent à la carte 3.16 de l'étude de dispersion.

Formaldéhyde
Période d'exposition : 15 min

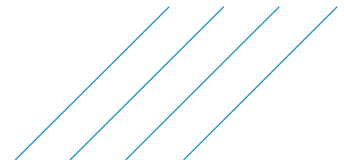
Scénario B
(toutes les sources et la
machinerie lourde avec moteurs
du groupe 4)

Aucun dépassement potentiel de la norme du RAA n'est calculé



- Zonage industriel
- Zones récréatives à proximité
- Zone tampon d'exclusion de la norme
- Isoplèthe du niveau de la norme
- Autres isoplèthes (multicolores) pour des concentrations inférieures

Figure 8 Concentrations maximales sur 15 minutes de formaldéhyde calculées dans l'air ambiant ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), incluant la concentration initiale de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$



4. Conclusions

Quelques mesures d'atténuation supplémentaires par rapport à celles considérées dans l'étude de dispersion atmosphérique entourant les activités du projet Laurentia ont été évaluées dans le cadre de cette note technique. Tout d'abord, pour la phase de construction, l'exploitation d'une machinerie lourde mobile certifiée exclusivement du groupe 4 (construite pour la plupart à partir de 2015) procurerait une amélioration incontestable sur les concentrations des contaminants atmosphériques permettant, lorsque comparé au scénario où une machinerie lourde exclusivement du groupe 3 est utilisée :

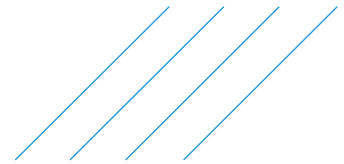
- › d'éliminer les dépassements au niveau de la zone récréotouristique de la Baie de Beauport pour le NO₂ sur courte période (1 heure et journalière). Des dépassements subsistent toutefois au niveau du fleuve autant pour le NO₂ sur courte durée que sur longue durée (annuel).
- › de réduire la contribution maximale du projet sur les concentrations journalières et annuelles de PM_{2.5} de l'ordre de 35–45 %. Malgré la baisse de la contribution maximale du projet à 53 % de la norme du RAA, à 15 % de la NCQAA (24 heures) et à 4,2 % de la NCQAA (annuelle), des dépassements des normes du RAA et du NCQAA sont toujours constatés dans la zone récréotouristique de la Baie de Beauport en raison des concentrations initiales déjà élevées.
- › d'éliminer les dépassements de la norme du RAA pour le formaldéhyde dans le domaine de modélisation.

Les moteurs certifiés du groupe 4 ont toutefois très peu d'impact sur la contribution maximale du projet pour les particules totales et le nickel. Finalement, l'utilisation d'une flotte comprenant un mélange d'équipements mobiles du groupe 3 et du groupe 4 générerait une amélioration par rapport au scénario de l'étude de dispersion (groupe 3 exclusivement), mais il ne peut pas être garanti que les conclusions ci-dessus soient maintenues.

Une amélioration par rapport aux émissions des camions interchantiers, soit en passant par l'hybridation des camions existants ou à l'utilisation de camions entièrement électriques, aurait très peu d'impact sur la contribution maximale du projet sur les concentrations de NO₂ et PM_{2.5} dans le domaine de modélisation. Cependant, il en va de soi qu'une électrification des camions apporterait des gains au niveau de la qualité de l'air sur le chantier ainsi qu'au niveau des gaz à effet de serre.

Pour la phase d'exploitation, des locomotives de ligne de facture plus récente (et donc ayant des moteurs certifiés du groupe 4) transportant les conteneurs auraient le potentiel d'améliorer la qualité de l'air. Par exemple, une baisse significative des concentrations de l'acétaldéhyde sous le niveau du critère du MELCC a été calculée pour des locomotives exclusivement du groupe 4 dans le voisinage immédiat du parcours des convois ferroviaires à Limoilou. Un impact similaire est constaté pour le NO₂ bien que pour ce dernier la contribution maximale du projet dans le domaine de modélisation demeure pratiquement la même parce que les locomotives des convois ne sont pas des contributeurs importants au récepteur où est calculée la concentration maximale. Actuellement le CN a déjà 35 % de la flotte du groupe 4 dans le secteur, ce qui constitue déjà une amélioration par rapport au scénario de référence simulé. D'autres innovations sont aussi en cours, notamment du côté des biocarburants.

L'électrification des navires à quai permettrait de réduire les émissions de contaminants et de GES du projet et de réduire les effets sur la qualité de l'air en termes d'amplitude et de fréquence à certains endroits pour certains contaminants. L'électrification de 25 % des navires à quai est bénéfique pour la qualité de l'air, mais pas suffisamment pour changer les conclusions de l'analyse des impacts sur la qualité de l'air. En revanche, d'autres approches peuvent aussi être bénéfiques comme l'utilisation de biocarburant ou encore le gaz naturel liquéfié.



N'hésitez pas à communiquer avec nous si vous désirez des informations supplémentaires.

SNC-Lavalin GEM Québec inc.

Préparée par :

Préparée par :

<Original signé par>

<Original signé par>

Éric Delisle, B. Sc. A.
Spécialiste en dispersion atmosphérique
Environnement et géosciences
Ingénierie, conception et gestion de projet

Simon Piché, ing., Ph. D.
No de membre de l'OIQ : 5001655
Qualité de l'air
Environnement et géosciences
Ingénierie, conception et gestion de projet

Vérifiée par :

<Original signé par>

Jenny Vieira, ing.
No de membre de l'OIQ : 128818
Chef d'équipe, Qualité de l'air et changements climatiques
Environnement et géosciences
Ingénierie, conception et gestion de projet

ED/SP/dg